

เทคนิคการเพิ่มมูลค่าผักตบชวาสู่ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง
เพื่อการใช้ประโยชน์ในชุมชน: กรณีศึกษาในกลุ่มผู้ผลิตถ่าน ตำบลทุ่ง
สะโตก อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

Value-Adding Techniques for Water Hyacinth into
Biomass Briquette Fuel Products for Community Use:
A Case Study of the Charcoal-Producing Group in
Thung Satok Subdistrict, San Pa Tong District,
Chiang Mai Province

ภิรมณ มณีธร^{1*} สุรัชย์ ณัฐ จันทรศรี² และชัยวิชิต ไพรินทรภา³
Peemaphon Maneethon^{1*} Surachai Narrat Jansri²
Chaiwichit Phairintrapha³

ภาควิชาบริหารธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50300^{1*}
วิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีแห่งเอเชีย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50300²
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50300³

Department of Business Administration, Faculty of Management Sciences, Chiang Mai Rajabhat University,
Chiang Mai 50300 Thailand^{1*}

Department of The Asian College of Community Economics and Technology is Committed to Developing
Knowledge and Technology for Communities in a Sustainable Manner, Chiang Mai Rajabhat University,
Chiang Mai 50300 Thailand²

Department of Business Computer, Faculty of Management Sciences, Chiang Mai Rajabhat University,
Chiang Mai 50300 Thailand³

*Corresponding Author E-mail: peemaphon_man@cmru.ac.th

(Received: July 16, 2025; Revised: September 19, 2025; Accepted: September 26, 2025)

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อการใช้ประโยชน์จากผักตบชวาที่มีอยู่มากในชุมชน เป็นแนวทางสำคัญที่มีส่วนช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของชุมชนท้องถิ่น การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคนิคการเพิ่มมูลค่าผักตบชวาสู่ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งเพื่อการใช้ประโยชน์ในชุมชน กรณีศึกษากลุ่มผู้ผลิตถ่านตำบลทุ่งสะโตก อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์ แบบสังเกต และการประชุมกลุ่มย่อยจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากผักตบชวา จำนวน 19 ราย ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มชุมชนฯ สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ช่วยจัดการกับปัญหาผักตบชวาในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยการเปลี่ยนผักตบชวาไร้ค่าสู่ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งที่มีคุณสมบัติและรูปแบบการใช้งานตรงกับความต้องการของผู้บริโภค โดยมีต้นทุนต่อการอบการผลิตที่จำนวน 40 กิโลกรัม เป็นเงิน 454.29 บาท คิดเป็น 11.35 บาท ต่อกิโลกรัม หากส่งเสริมให้เกิดการผลิตเพื่อใช้จริงในระดับครัวเรือน จำนวน 50 ครัวเรือน จะสามารถลดปริมาณผักตบชวาสดในพื้นที่ได้วันละ 157.00 กิโลกรัม คิดเป็นเดือนละ 4,710.00 กิโลกรัม ซึ่งแนวทางดังกล่าวหากดำเนินการอย่างจริงจังจะสามารถลดปริมาณผักตบชวาที่ต้องจัดการในพื้นที่กว่า 15,000 กิโลกรัม ได้ภายในระยะเวลา 4 เดือน

คำสำคัญ : เทคนิคการเพิ่มมูลค่า การส่งเสริมการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ ผักตบชวาเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง กลุ่มชุมชน

Abstract

This research addresses the need for local product development using abundant natural resources to enhance community quality of life, focusing specifically on adding value to water hyacinth. The study aimed to investigate value-adding techniques for transforming water hyacinth into compressed biomass briquette products for community consumption, with a case study of the charcoal producer group in Thung Satok Subdistrict, San Pa Tong District, Chiang Mai Province. Data were collected through interviews, observations, and focus group discussions involving 19 stakeholders engaged in the product development process.

The findings demonstrate that the community group successfully developed a prototype biomass briquette product that effectively manages the regional water hyacinth problem. This process converts the otherwise valueless water hyacinth into a useful product with properties and usage patterns that meet consumer demands. The production cost was calculated at 454.29 THB per 40-kilogram batch, equivalent to 11.35 THB per kilogram. Projection analysis suggests that promoting this production model for household use across 50 households could reduce the volume of fresh water hyacinth in the area by 157.00 kilograms per day (or 4,710.00 kilograms per month). Furthermore, with dedicated implementation, this approach has the potential to mitigate the water hyacinth management problem by reducing the accumulated material by over 15,000 kilograms within a four-month period.

Keywords: Value-adding techniques, Value-added product promotion, Water hyacinth, Compressed biomass briquettes, Community groups

บทนำ

ผักตบชวา มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms และมีชื่อสามัญว่า Lilac devil หรือ Water hyacinth เป็นวัชพืชน้ำล้มลุก ลำต้นอวบน้ำ สามารถเติบโตแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็ว ลักษณะเด่นของพืชชนิดนี้คือ มีไหลทอดไปตามผิวน้ำซึ่งสามารถเจริญเป็นต้นอ่อนต้นใหม่ได้ ลำต้นเรียบ มีสีเขียวอ่อนถึงเขียวเข้ม ก้านใบพองออกตรงกลางเป็นรูปพญานาค ช่วยพยุงลำต้นให้ลอยอยู่บนผิวน้ำได้ จึงจัดเป็นพืชที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมและความแล้งได้ดี (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2568) ในปัจจุบันผักตบชวาเป็นวัชพืชต่างถิ่นที่รุกรานระบบนิเวศของประเทศไทยอย่างกว้างขวาง ก่อให้เกิดปัญหาด้านการเกษตรและชลประทาน อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยจากการเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลาย และหอยโข่งซึ่งเป็นพาหะของโรคพยาธิใบไม้ในตับ เนื่องจากผักตบชวาสามารถแพร่กระจายได้ง่าย รวดเร็ว ทนต่อสภาวะแวดล้อม จึงทำให้ยากต่อการกำจัดออกจากแหล่งน้ำที่มีการระบาด (Guna et al., 2017) โดยพบว่า ผักตบชวาเพียง 1 ต้นสามารถขยายพันธุ์ได้มากถึง 1,000 ต้น ในเวลาเพียง 1 เดือน หรือเพิ่มปริมาณจาก 3 ต้น เป็น 336 ต้น ได้ ภายในระยะเวลาเพียง 17 สัปดาห์ แม้ในช่วงที่แหล่งน้ำแห้งขอด เมล็ดของผักตบชวาก็สามารถพักตัวได้นานถึง 15 ปี และเมื่อได้รับน้ำเพียงพอก็พร้อมเจริญเติบโตแตกหน่อเป็นต้นใหม่ได้ต่อไป ปัญหาสำคัญที่เกิดจากการแพร่ระบาดของผักตบชวา ได้แก่ (1) การอุดตันของฝายหรือประตูระบายน้ำ (2) กีดขวางการสัญจรทางน้ำ (3) ก่อให้เกิดแหล่งเพาะพันธุ์ของสัตว์พาหะนำโรค (4) ผักตบชวาแย่งน้ำและธาตุอาหารจากพืชที่เพาะปลูกบนผิวน้ำ (5) ผักตบชวาที่ขึ้นหนาแน่นส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ของปลา การประมงพื้นบ้าน อีกทั้งทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน (กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2568; Villamagna & Murphy, 2010) จากปัญหาดังกล่าวจึงเป็นภารกิจสำคัญที่หน่วยงานภาครัฐในพื้นที่ต้องใช้งบประมาณและทรัพยากรจำนวนมากในการกำจัดและควบคุมการแพร่ระบาดของผักตบชวาในแหล่งน้ำอย่างต่อเนื่องทุกปี

พื้นที่เขตเทศบาลตำบลทุ่งสะโตก อำเภอสนปาดอง จังหวัดเชียงใหม่เป็นพื้นที่หนึ่งที่ประสบปัญหาการแพร่ระบาดของผักตบชวา เนื่องจากเป็นพื้นที่ราบลุ่ม

ติดกับแม่น้ำหลายสาย โดยมีแหล่งน้ำธรรมชาติที่ใช้ทำการเกษตรของชุมชน ดังนี้ แม่น้ำลำคลอง จำนวน 4 สาย บึง หนอง และแหล่งน้ำอื่น ๆ จำนวน 4 แห่ง อีกทั้งมีฝายที่สร้างขึ้นจำนวน 5 แห่ง ในฤดูน้ำหลากจึงทำให้พื้นที่ดังกล่าวประสบกับปัญหาน้ำท่วมเป็นประจำ (เทศบาลตำบลทุ่งสะโตก, 2568) ประกอบกับสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมในเขตภาคเหนือตอนบน จึงเป็นปัจจัยที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตและการแพร่กระจายของผักตบชวาในพื้นที่ได้อย่างรวดเร็ว โดยมีปริมาณผักตบชวาที่ต้องกำจัดต่อปีสูงถึง 15,000 กิโลกรัม เป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของสมาชิกในชุมชนแห่งนี้ การกำจัดผักตบชวาในพื้นที่จึงถือเป็นกิจกรรมหนึ่งที่หน่วยงานเทศบาลตำบลทุ่งสะโตก ได้ร่วมกับเครือข่ายชุมชนในการดำเนินการอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

จากการลงพื้นที่เพื่อจัดประชุมกลุ่มย่อยแบบมีส่วนร่วมระหว่างผู้นำชุมชน ผู้แทนจากหน่วยงานภาครัฐ พบว่า ในปัจจุบัน ชุมชนมีวิธีการกำจัดผักตบชวด้วยการเก็บรวบรวมและขนย้ายทำลายทิ้งยังแหล่งกำจัดขยะมูลฝอยนอกพื้นที่ (ข้อมูลภาคสนาม, 2568) ซึ่งการดำเนินการแต่ละครั้งต้องใช้ทรัพยากรจำนวนมาก ทั้งด้านแรงงาน เวลา และงบประมาณ อีกทั้งการกำจัดผักตบชวด้วยวิธีการดังกล่าวเป็นแนวทางที่ไม่สามารถขจัดปัญหาผักตบชวาให้หมดสิ้นไปได้อย่างยั่งยืน ด้วยเหตุนี้ ผู้นำและสมาชิกในชุมชนจึงมีความต้องการแสวงหาแนวทางในการจัดการกับซากของผักตบชวาซึ่งเดิมไม่มีมูลค่า ให้สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่สร้างมูลค่าให้เกิดขึ้น เป็นการลดภาระในการกำจัด อีกทั้งสามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชนให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าในระยะยาว

ด้วยเหตุนี้นักวิจัยจึงได้จัดทำโครงการวิจัยเรื่อง “เทคนิคการเพิ่มมูลค่าผักตบชวาสู่ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งเพื่อการใช้ประโยชน์ในชุมชน กรณีศึกษา กลุ่มผู้ผลิตถ่าน ตำบลทุ่งสะโตก อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่” ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของชุมชนในการแก้ไขปัญหาผักตบชวา อีกทั้งการสร้างองค์ความรู้ด้านการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง จะช่วยให้ชุมชนสามารถแสวงหาแหล่งพลังงานทางเลือกราคาประหยัดเพื่อทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลได้ในอนาคต วัตถุประสงค์ของวิจัยคือการศึกษาถึงเทคนิคการเพิ่มมูลค่าผักตบชวาสู่ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง ให้ได้ต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐาน สามารถผลิตใช้ได้จริง ด้วยความสามารถ

ของสมาชิกชุมชนและทรัพยากรที่หาได้ง่ายในชุมชน โดยมุ่งเน้นการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์จากซากผักตบชวาที่ไม่มีมูลค่า ให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งที่มีศักยภาพ ทั้งเพื่อการผลิตใช้ภายในชุมชนและต่อยอดสู่การพัฒนาเป็นสินค้าวางจำหน่ายไปยังตลาดที่มีความต้องการได้จริง การดำเนินการดังกล่าวจะช่วยแก้ไขปัญหามาจากผักตบชวาที่ส่งผลกระทบต่อเกษตร การชลประทาน และสุขภาพอนามัยของประชาชนในพื้นที่ได้อย่างยั่งยืน อีกทั้ง เทคนิคการพัฒนาผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งที่พัฒนาขึ้น ยังสามารถประยุกต์ใช้ในการกำจัดวัชพืชชนิดอื่น หรือเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร ต่อยอดเป็นองค์ความรู้ที่สามารถขยายผลไปยังชุมชนอื่นในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ได้ต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเทคนิคการเพิ่มมูลค่าผักตบชวาสู่ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งเพื่อการใช้ประโยชน์ในชุมชน กรณีศึกษากลุ่มผู้ผลิตถ่าน ตำบลทุ่งสะตอก อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้มุ่งศึกษาถึงเทคนิคการเพิ่มมูลค่าผักตบชวาสู่ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิง ชีวมวลอัดแท่งเพื่อการใช้ประโยชน์ในชุมชน มีเป้าหมายเพื่อแก้ไขปัญหามาจากผักตบชวาที่ส่งผลกระทบต่อเกษตร การชลประทาน และสุขภาพอนามัยของประชาชนในพื้นที่ได้อย่างยั่งยืน การทบทวนวรรณกรรมในส่วนนี้ครอบคลุมแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นกรอบในการวิเคราะห์และพัฒนากระบวนการผลิต โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเด็นหลัก ดังนี้

1. การวิเคราะห์ศักยภาพด้านการผลิต คือ การวิเคราะห์ศักยภาพการผลิต โดยใช้แนวคิดการวิเคราะห์ การวิเคราะห์สถานการณ์ หรือ SWOT Analysis ซึ่งประกอบด้วย จุดแข็ง (Strengths) จุดอ่อน (Weaknesses) โอกาส (Opportunities) และอุปสรรค (Threats) เพื่อประเมินปัจจัยภายในที่สามารถควบคุมได้และปัจจัย

ภายนอกที่ไม่สามารถควบคุมได้ แต่ส่งผลต่อความสามารถในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Gürel, 2017; Phadermrod et al., 2019) ควบคู่กับแนวคิดการจัดการเชิงระบบ ของ Griffin (2021) ที่มุ่งเน้นองค์ประกอบสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ (1) การวางแผน กำหนดทิศทางการพัฒนา (2) การจัดโครงสร้างองค์กรและบุคลากร (3) การจัดสรร บุคลากรให้เหมาะสม (4) การบริหารจัดการเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย และ (5) การควบคุม และติดตามผลการดำเนินงาน การบูรณาการทั้งสองแนวคิดดังกล่าว ช่วยให้เข้าใจถึง ศักยภาพและข้อจำกัดในกระบวนการผลิตของกลุ่มชุมชน เพื่อนำไปสู่การกำหนด แนวทางการพัฒนาที่เหมาะสมต่อไป

2. แนวคิดกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ตามแนวทางของกรมส่งเสริม อุตสาหกรรม (2563) ซึ่งประกอบไปด้วย 8 ขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ (1) การสร้าง ความคิดใหม่ คือ ขั้นตอนการแสวงหาแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ ทั้งด้านรูปแบบการใช้งาน คุณสมบัติ และประสิทธิภาพ เพื่อสร้างและนำเสนอ ผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดภายใต้ศักยภาพและทรัพยากรที่มีอยู่ของกลุ่มชุมชน (2) ตัดสินใจ เลือกสรรแนวคิด เป็นการวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกแนวคิดที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติ โดยพิจารณาจากศักยภาพ ความสามารถ ความคุ้มค่าทางธุรกิจ และสอดคล้องกับ ความต้องการของชุมชนเป็นสำคัญ (3) พัฒนาแนวคิดใหม่ เป็นการต่อยอดและ ปรับปรุงแนวคิดผลิตภัณฑ์เพื่่มุ่งสู่ทิศทางที่มีโอกาสประสบความสำเร็จ ภายใต้ ข้อจำกัดและขีดความสามารถที่มีของกลุ่มชุมชน (4) กลยุทธ์ด้านการตลาด เป็นการ วางแผนส่วนประสมทางการตลาดและกลยุทธ์ที่ผลักดันให้ผลิตภัณฑ์สามารถเข้าถึง กลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายในตลาดที่มีความต้องการ (5) การวิเคราะห์ธุรกิจ เป็นการ วิเคราะห์และประเมินโอกาสความสำเร็จเมื่อนำสินค้าออกสู่ตลาด โดยพิจารณาถึง ต้นทุนการผลิต ปริมาณการผลิต งบประมาณ และความคุ้มค่า เพื่อสรุปถึงความ เป็นไปได้ในเชิงธุรกิจ (6) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ เป็นการนำข้อสรุปของแนวคิด สู่การปฏิบัติจริงให้เกิดผลิตภัณฑ์ต้นแบบเพื่อทดสอบตลาด (7) การทดสอบตลาด เป็นการนำผลิตภัณฑ์ต้นแบบออกสู่ตลาดจริง โดยทดลองกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย เพื่อประเมินถึงโอกาสและแนวโน้มความสำเร็จเชิงปฏิบัติ (8) ทำตลาด เป็นขั้นของ การผลิตและจำหน่ายสินค้าจริงที่ผ่านการพัฒนาแล้วออกสู่ตลาดจริง การดำเนินงาน ทั้ง 8 ขั้นตอนดังกล่าว จะช่วยให้ผู้วิจัย ทีมพัฒนาผลิตภัณฑ์ และกลุ่มชุมชน ทราบถึง

แนวทางและเทคนิคการเพิ่มมูลค่าผักตบชวาให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งที่สามารถนำไปใช้ได้จริงในระดับชุมชน ต่อยอดสู่การจำหน่ายไปยังตลาดที่มีศักยภาพได้

3. ในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งที่ผ่านมา พบว่า มีงานวิจัยที่มีลักษณะการดำเนินงาน การประยุกต์ใช้แนวคิด และทฤษฎีที่ใกล้เคียงกัน อีกทั้งสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลเพื่อการใช้ประโยชน์ได้จริง จำนวน 2 บทความ ได้แก่ งานวิจัยของบุญจรรย์ โจลานนท์ และคณะ (2559) ที่ศึกษาการนำชีวมวลเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตกาแฟ พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงเพื่อผลิตใช้ในครัวเรือน ผลการศึกษาพบว่า ก่อนเชื้อเพลิงจากชีวมวลกาแฟ มีค่าความร้อนเพียงพอต่อการหุงต้มในระดับครัวเรือน อีกทั้งไม่พบปัญหาสะเก็ดไฟ ควน หรือกลิ่นเชื้อเพลิงในระหว่างใช้งาน ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพและความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาการเผาชีวมวลที่มีมากกว่า 4 ตันต่อปี มาใช้ประโยชน์เป็นพลังงานทางเลือกให้กับชุมชน และงานวิจัยของพัลลภา ขำบำเหน็จ และคณะ (2566) ที่ได้ศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งที่ผลิตจากผักตบชวาและเปลือกกระเทียมโดยใช้แป้งข้าวโพดเป็นตัวประสาน ผลการศึกษาชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการนำชีวมวลเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตกระเทียมและการกำจัดผักตบชวาที่มีอยู่มากในชุมชน มาพัฒนาเป็นเชื้อเพลิงพลังงานทดแทนเพื่อลดปัญหามลพิษจากการเผาทำลาย สู่การใช้ประโยชน์ได้จริงในระดับครัวเรือนและชุมชน ทั้งสองงานวิจัยข้างต้นสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงจากเศษชีวมวลเหลือทิ้งในกระบวนการผลิต ซึ่งไม่เพียงช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือทิ้ง แต่ยังเป็นแนวทางแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอยและชีวมวล รวมถึงลดผลกระทบด้านสุขภาพจากการเผาทำลาย อันนำไปสู่การจัดการทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพและเกิดความยั่งยืนให้กับชุมชน

ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยในครั้งนี้กลุ่มประชากรที่ทำการศึกษา คือ กลุ่มสมาชิกชุมชนผู้ผลิตถ่านตำบลทุ่งสะโตก อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ คณะผู้แทนจากหน่วยงานภาครัฐที่พร้อมให้การสนับสนุน ทำการกำหนดกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ด้วยการคัดเลือกจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและมีส่วนร่วมโดยตรงและเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานของการวิจัย (สุภาพค์ จันทวนิช, 2554; บุญชม ศรีสะอาด, 2553; Creswell & Poth, 2018) ในกระบวนการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งเพื่อแก้ไขปัญหาผักตบชวาในชุมชน คือ ผู้นำและสมาชิกที่มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการหลักของกลุ่มชุมชนผู้ผลิตถ่าน จำนวน 11 ราย ผู้แทนจากหน่วยงานภาครัฐที่มีส่วนสำคัญในกระบวนการได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานทดแทนจากวิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชนแห่งเอเชีย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จำนวน 3 ราย ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนากระบวนการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ จากภาควิชาบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จำนวน 2 ราย ผู้แทนจากเทศบาลตำบลทุ่งสะโตก จำนวน 2 ราย และผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และตราสินค้า จำนวน 1 ราย รวมเป็น 19 ราย โดยมุ่งเน้นศึกษาไปที่กระบวนการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งที่มีประสิทธิภาพ สามารถผลิตและใช้งานได้ภายในชุมชน ซึ่งจะช่วยแก้ไขปัญหาที่เกิดจากผักตบชวาในพื้นที่ได้อย่างยั่งยืน

เครื่องมือในการวิจัย

1) ข้อมูลปฐมภูมิ ในส่วนข้อมูลการวิเคราะห์ศักยภาพ ความสามารถ และข้อจำกัดต่าง ๆ ของกลุ่มชุมชน ได้จากการลงพื้นที่สำรวจและประชุมร่วมกับผู้นำและสมาชิกที่มีส่วนร่วมหลักในการบริหารจัดการกลุ่มชุมชน ด้วยวิธีสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้นำและสมาชิกกลุ่มชุมชนผู้ผลิตถ่านตำบลทุ่งสะโตก เพื่อได้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับศักยภาพด้านการบริหารงานภายในองค์กร บุคลากรและทักษะที่มีขั้นตอนการปฏิบัติงาน มาตรฐานกระบวนการผลิต และข้อมูลพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ ร่วมกับ

วิธีการสังเกตพฤติกรรมของผู้นำและสมาชิกที่ส่งผลต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ รวมถึงทรัพยากรเครื่องจักร อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อกระบวนการสร้างและพัฒนาผลิตภัณฑ์ แล้วจึงนำข้อมูลทั้งหมดทำการวิเคราะห์ถึงศักยภาพของกลุ่มชุมชนในภาพรวม เพื่อได้ข้อมูลแนวทางการจัดการเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากผักตบชวาในขั้นต้น ต่อมาจึงดำเนินการจัดประชุมกลุ่มย่อยกับผู้นำกลุ่ม สมาชิก ของกลุ่มชุมชน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในพัฒนาผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากผักตบชวา และทีมวิจัย โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพแบบกรณีศึกษา ร่วมกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research: PAR) โดยเน้นการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงานของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียตลอดกระบวนการวิจัย (สุภาคค์ จันทวานิช, 2554; Contini et al., 2012) ร่วมกับการสังเกตการณ์ และการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในระหว่างการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผู้นำกลุ่ม สมาชิก กลุ่มชุมชนผู้ผลิตด้านตำบลทุ่งสะโดก อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ผู้แทนจากหน่วยงานภาครัฐ และผู้วิจัยในฐานะผู้เก็บรวบรวมข้อมูลและมีส่วนร่วมในการเสนอแนะความเห็นด้านการสร้างมาตรฐานและพัฒนากระบวนการผลิตโดยชุมชน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ รวมเป็น 19 ราย โดยอ้างอิงกระบวนการจากแนวคิดกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ 8 ขั้นตอน ว่ากระบวนการจริงเมื่อเปรียบเทียบกับแนวคิดดังกล่าว มีความตรงและสอดคล้องกันหรือไม่ เพื่อแสวงหารูปแบบเทคนิคการเพิ่มมูลค่าผักตบชวาสู่ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งเพื่อการใช้ประโยชน์และแก้ไขปัญหาในชุมชน ด้วยความสามารถในการพึ่งพาตนเองของชุมชนเป็นหลัก โดยจัดขึ้น ณ สถานที่ตั้งของกลุ่มชุมชนฯ และที่ทำการเทศบาลตำบลทุ่งสะโดก ในวันที่ 19 - 21 มีนาคม พ.ศ. 2568

2) ข้อมูลทุติยภูมิ ได้จาก เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ รวมถึงการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้ในชุมชน ในประเด็นการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งที่มีประสิทธิภาพ สามารถผลิตและใช้งานได้จริงภายในชุมชน ซึ่งจะเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาจากผักตบชวาในพื้นที่ได้อย่างยั่งยืน

3) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกต และแบบ

ประเมิน ที่ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย (IOC) อยู่ในช่วง 0.67 – 1.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดที่ 0.50 ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการวิจัย (สุรางค์ จันทวานิช, 2554; บุญชม ศรีสะอาด, 2553) และเมื่อการทดลองใช้เครื่องมือกับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบความเชื่อมั่น โดยคำนวณด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87 ซึ่งอยู่ในระดับดี (สุรางค์ จันทวานิช, 2554; บุญชม ศรีสะอาด, 2553) แสดงว่าเครื่องมือวิจัยมีความเชื่อมั่นเพียงพอสำหรับการนำไปใช้จริง

การรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็นสองส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 เป็นการสังเกตการณ์และสัมภาษณ์เชิงลึกแบบปลายเปิดเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับศักยภาพ ความสามารถ และข้อจำกัดของกลุ่มชุมชนที่มีต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากผักตบชวาเพื่อแก้ปัญหาชุมชนอ้างอิงจากทฤษฎีการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายในองค์กรโดยใช้โมเดล 7 ปัจจัยควบคู่ไปกับการวิเคราะห์สถานการณ์โดยใช้เครื่องมือ SWOT Analysis เพื่อให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยลงพื้นที่เก็บข้อมูลครั้งแรกในวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2568

ส่วนที่ 2 เป็นจัดประชุมกลุ่มย่อยกับผู้นำและสมาชิกที่มีส่วนร่วมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ จำนวน 11 ราย ผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานทดแทนจากวิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชนแห่งเอเชีย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จำนวน 3 ราย ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนากระบวนการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากภาคการบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จำนวน 2 ราย ผู้แทนจากเทศบาลตำบลทุ่งสะโตก จำนวน 2 ราย และผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และตราสินค้า จำนวน 1 ราย รวมเป็น 19 ราย เพื่อแสวงหาแนวทางในการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากผักตบชวาที่มีประสิทธิภาพ โดยจัดขึ้น ณ สถานที่ตั้งของกลุ่มชุมชนฯ และทำการเทศบาลตำบลทุ่งสะโตก ในวันที่ 19 - 21 มีนาคม พ.ศ. 2568

ในขั้นตอนการตรวจสอบข้อมูลการวิจัย ใช้วิธีการแบบสามเส้าด้านข้อมูล (Data Triangulation) เพื่อพิสูจน์ว่า ข้อมูลที่ผู้วิจัยได้มามีความถูกต้องหรือไม่ ได้แก่ แหล่งเวลา หากข้อมูลที่ได้ต่างเวลากันข้อมูลจะเหมือนกันหรือไม่ แหล่งสถานที่ หากเก็บข้อมูลต่างสถานที่กันข้อมูลที่ได้จะเหมือนกันหรือไม่ และแหล่งบุคคล ถ้าหากผู้ให้ข้อมูลถูกเปลี่ยนไปในระหว่างการวิจัย ข้อมูลที่ได้จะเหมือนเดิมหรือไม่ (สุภาคร์ จันทวานิช, 2554) ซึ่งพบว่า ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ทั้ง 3 ด้าน

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยมาทำการตรวจสอบความถูกต้อง วิเคราะห์ สังเคราะห์ จำแนกกลุ่ม เรียบเรียง และจัดลำดับเนื้อหาอย่างเป็นระบบ เพื่อทบทวนให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ แล้วจึงวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจึงนำมาสังเคราะห์ข้อมูลให้เห็นถึงแนวทางในการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์เพื่อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากผักตบชวา พร้อมเขียนเชื่อมโยงแนวคิดที่สัมพันธ์กัน เมื่อสิ้นสุดกระบวนการวิเคราะห์ ผู้วิจัยจึงนำผลการวิจัยมาเรียบเรียง พร้อมทั้งนำเสนอและอภิปรายผลงานวิจัยในลำดับถัดไป

ผลการศึกษา

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ศักยภาพการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของกลุ่มชุมชนผู้ผลิตถ่านทุ้งสะโตก

จากการลงพื้นที่เพื่อสัมภาษณ์เชิงลึกร่วมกับวิธีการสังเกตถึงพฤติกรรม ทักษะของสมาชิกกลุ่มชุมชน รวมถึงทรัพยากรสำคัญ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ร่วมกับผู้นำและสมาชิกกลุ่มชุมชนฯ ในภาพรวม และจากการประชุมกลุ่มย่อยกับผู้นำและสมาชิกกลุ่มที่มีส่วนสำคัญในดำเนินงาน ณ สถานที่ตั้งของกลุ่มชุมชน ณ วันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2568 ทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสรุปผลจนได้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับศักยภาพ ความสามารถ และข้อจำกัด ที่ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของกลุ่มชุมชน โดยพบว่า ด้านจุดแข็ง กลุ่มชุมชนฯ มีผู้นำกลุ่มที่มีประสบการณ์ ความรู้ ทักษะ ทางด้านการผลิตถ่านคุณภาพดีจากไม้เนื้อแข็งได้หลายชนิด จึงมีความรู้เกี่ยวกับ

การผลิตถ่านตั้งแต่กระบวนการจัดซื้อจนถึงกระบวนการแปรรูปจนได้ผลิตภัณฑ์ ถ่านจากไม้เนื้อแข็งที่มีคุณภาพ กลุ่มชุมชนฯ มีสมาชิกที่มีความเหนียวแน่น และเป็นแรงงานฝีมือที่สามารถพัฒนาทักษะให้เป็นแรงงานฝีมือที่ทำหน้าที่ได้อย่าง หลากหลาย กลุ่มชุมชนฯ มีสถานที่ตั้งอยู่ไม่ห่างจากแหล่งชุมชน และมีพื้นที่เพียงพอ ต่อการเก็บพักกองวัตถุดิบไม้เนื้อแข็งจำนวนมาก อีกทั้งทางกลุ่มชุมชนฯ ยังมีฐานลูกค้า ในชุมชนที่เข้ามาสั่งซื้อผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง ด้านจุดอ่อน ศักยภาพและกำลัง การผลิตของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนยังมีปริมาณจำกัด ขาดองค์ความรู้ด้านการจัดการ การผลิต พบปัญหาความไม่สม่ำเสมอของปริมาณการผลิต ผลิตภัณฑ์ยังไม่ผ่าน การรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน พบปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตถึง ร้อยละ 20 กลุ่มชุมชนฯ และยังขาดองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่ช่วยเสริมศักยภาพ ด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้ ในส่วนของโอกาส กลุ่มชุมชนฯ มีหน่วยงานภาครัฐที่พร้อมให้ความช่วยเหลือแนะนำด้านเทคโนโลยีการผลิตถ่าน การวิจัย และพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายภาครัฐที่ต้องการส่งเสริมให้มีการ เพิ่มสัดส่วนพลังงานหมุนเวียน ลดการพึ่งพาพลังงานจากน้ำมันและถ่านหิน โดยใน พื้นที่จังหวัดเชียงใหม่มีเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรและเศษวัสดุพืชจำนวนมาก ที่สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านชีวมวลอัดแท่ง และหากวิเคราะห์ ถึงโอกาสทางการตลาด พบว่าในปัจจุบันแนวโน้มความต้องการพลังงานสะอาด เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและมีราคาถูก ทั้งในภาคครัวเรือน ธุรกิจบริการ และ ในภาคอุตสาหกรรมมีมากขึ้น การผลิตก้อนเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งที่ได้มาตรฐาน ค่าความร้อนสูง ติดทนนาน และมีราคาถูก จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้ประกอบการ สามารถลดต้นทุนพลังงานให้แก่ธุรกิจและอุตสาหกรรมได้ ในส่วนของอุปสรรคของ กลุ่มชุมชนฯ พบว่า อาจพบความไม่สม่ำเสมอของปริมาณวัตถุดิบผักตบขวาและ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ผันแปรไปตามฤดูกาล และสภาพอากาศ ซึ่งส่งผลต่อ คุณภาพของถ่าน ในด้านอุปกรณ์ พบว่าเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเพิ่ม ศักยภาพในระดับอุตสาหกรรมต้องลงทุนสูง เช่น เตาเผาไร้ควัน เครื่องบดละเอียด เครื่องนวด เครื่องอัดถ่าน และอุปกรณ์ฟักตากเพื่อลดความชื้น ในด้านความรู้ของ บุคลากร พบว่า การดำเนินงานในส่วนกระบวนการแปรรูปจำเป็นต้องอาศัยเทคนิค ในการควบคุมความชื้น ผิวสัมผัส อุณหภูมิ และการระบายอากาศ เพื่อให้ได้ถ่าน

ที่มีคุณภาพสูง ซึ่งทำให้ผู้ประกอบการต้องได้รับการฝึกอบรม ฝึกฝน และถ่ายทอดเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง

เมื่อได้ข้อมูลพื้นฐานในด้านศักยภาพ ความสามารถ และข้อจำกัดสำคัญ ที่ส่งผลต่อการพัฒนาศักยภาพ สู่การประชุมเชิงปฏิบัติการระหว่างผู้นำและสมาชิก กลุ่มชุมชนฯ ผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานทดแทน ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนากระบวนการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ผู้แทนจากเทศบาลตำบลทุ่งสะโตก ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และตราสินค้า และทีมวิจัย จำนวน 19 ราย ในประเด็น การแสวงหาแนวทางในการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจาก ผักตบชวาที่มีประสิทธิภาพ สามารถผลิตและใช้งานได้จริงภายในชุมชน ในระหว่าง วันที่ 19 - 21 มีนาคม พ.ศ. 2568 โดยดำเนินการนำเสนอความเห็น เทคนิค วิธีการ ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยคำนึงถึงศักยภาพและความต้องการของกลุ่มชุมชน การแก้ไขปัญหาจากผักตบชวาที่เกิดขึ้นในชุมชน และแนวทางการสนับสนุนโดย เทศบาลตำบลทุ่งสะโตก แล้วจึงนำข้อมูลสรุปผลเพื่อการแสวงหาเทคนิคการเพิ่ม มูลค่าผักตบชวาสู่ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งที่สามารถใช้ประโยชน์ในชุมชนที่ ประสบผลสำเร็จได้จริง โดยพบว่า ที่ประชุมมีแนวทางการพัฒนาไปในทิศทางเดียวกัน คือ ถึงแม้กลุ่มชุมชนมีข้อจำกัดด้านกำลังการผลิต ความไม่สม่ำเสมอของปริมาณ การผลิต ขาดองค์ความรู้ด้านการจัดการการผลิตและเทคโนโลยีที่จะช่วยเสริมศักยภาพ ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น แต่ข้อจำกัดเหล่านี้สามารถแก้ไข และพัฒนาได้ด้วยการสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญภายนอก ให้เข้ามามีบทบาทสำคัญ ในการเสริมสร้างองค์ความรู้ วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงาน ทดแทน จะดำเนินการอบรมให้ความรู้ด้านเทคนิค วิธีการ และข้อเสนอแนะ เพื่อให้ ผู้นำและสมาชิกในชุมชนเกิดความรู้ความเข้าใจถึงเทคโนโลยีการผลิตถ่านชีวมวล อัดแท่ง และวิธีการปฏิบัติเพื่อได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ถ่านชีวมวลที่มีคุณภาพดี ในส่วน การวิเคราะห์ถึงกระบวนการจัดการภายใน ครอบคลุมตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบ การจัดการการผลิต จนถึงกำหนดมาตรฐานการผลิต จะดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญ ด้านการพัฒนากระบวนการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ด้านการออกแบบตราสินค้า ให้มีความสอดคล้องและเหมาะสมกับลักษณะผลิตภัณฑ์ ดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญ ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และตราสินค้า และในส่วนการขับเคลื่อนกิจกรรมให้เกิด

การมีส่วนร่วมในระดับชุมชน การสร้างการตระหนักรู้เกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นจาก ผักตบชวา และการส่งเสริมการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นแนวทางแก้ไขปัญหามาจาก ผักตบชวาอย่างยั่งยืน จะดำเนินการโดยผู้แทนจากเทศบาลตำบลทุ่งสะโตกและ ผู้วิจัย เพื่อให้การดำเนินงานในภาพรวมสามารถบรรลุวัตถุประสงค์และนำไปสู่ การแก้ไขปัญหาในระดับชุมชนได้อย่างยั่งยืน

ตอนที่ 2 ดำเนินการแสวงหาเทคนิคการเพิ่มมูลค่าผักตบชวาสู่ผลิตภัณฑ์ เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งเพื่อการใช้ประโยชน์ในชุมชน

จากข้อมูลที่ได้จากกระบวนการวิเคราะห์ศักยภาพ พบว่า จากแนวโน้ม ความต้องการพลังงานสะอาดที่มีราคาถูกในภาคครัวเรือนและอุตสาหกรรมมีมากขึ้น และปัญหาการแพร่กระจายของผักตบชวาที่เกิดขึ้นในพื้นที่ การพัฒนาองค์ความรู้ ด้านการผลิตก้อนเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน มีประสิทธิภาพสูง และต้นทุนต่ำจากผักตบชวา จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมและเป็นไปได้ ซึ่งจะช่วยให้กลุ่มชุมชนและหน่วยงานเทศบาลตำบลทุ่งสะโตก สามารถแก้ไขปัญหาผักตบชวาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยการนำทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิด ประโยชน์สูงสุด สู่การสร้างองค์ความรู้และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตชีวมวลอัดแท่ง เพื่อส่งเสริมให้กลุ่มชุมชนสามารถเพิ่มมูลค่าผักตบชวา ให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งที่มีประสิทธิภาพ สามารถใช้ประโยชน์ได้จริงในชุมชน โดยมี กระบวนการและวิธีการได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ต้นแบบตามแนวทางการผลิตถ่านผักตบชวาอบแห้ง โดย สุรัชย์ ณรัฐ จันทศรี (2568) ดังนี้ (1) กลุ่มชุมชนฯ และหน่วยงาน เทศบาลตำบลทุ่งสะโตก ดำเนินการจัดเก็บผักตบชวาสดที่มีมากในพื้นที่เพื่อนำมา ทำความสะอาด กองพัก ตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์ประมาณ 3 – 5 วัน (2) ทำการวัด ความชื้นผักตบชวาที่ผ่านขั้นตอนการตาก ให้มีความชื้นน้อยกว่า 15 % นำเข้าเครื่องสับ ให้มีขนาดท่อน ประมาณ 1 เซนติเมตร จากนั้นนำกองพักเพื่อรอเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป (3) นำผักตบชวาเข้าเตาอบถ่านไว้ควันทาน 200 ลิตร ปิดฝา ผนิกเตาด้วยดินเหนียว ใช้เวลาอบประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที แล้วจึงทิ้งให้เย็นในระดับอุณหภูมิปกติ โดย ผักตบชวาแห้งจำนวน 200 กิโลกรัม จะได้ถ่านจากผักตบชวาประมาณ 20 กิโลกรัม (4) ตรวจสอบคุณภาพของผักตบ ต้องมีสีน้ำตาลเข้ม ไม่ดำจนเกินไป แต่หากพบ ว่ามีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเหนียว ให้แยกออกมาเพื่อนำเข้ากระบวนการอบอีกครั้ง

(5) นำผักตบที่ผ่านกระบวนการอบแล้ว และเศษผงถ่านจากไม้เนื้อแข็งที่เหลือจากกระบวนการผลิตของกลุ่มชุมชนฯ นำเข้าเครื่องบดละเอียดจนได้เป็นผง นำแยกใส่กระสอบ กองรวมในจุดพัก (6) เตรียมสัดส่วนผสม โดยการทดลองครั้งนี้ มีการผลิตถ่านอัดแท่ง จำนวน 1 อัตราส่วน ด้วยการผันอัตราส่วนโดยน้ำหนัก ของ ผงถ่านไม้เนื้อแข็ง : ผงผักถ่านตบขาว : แป้งมันสำปะหลัง : น้ำ เท่ากับ 626.66 กรัม : 313.33 กรัม : 60 กรัม : 1,000 กรัม (ต่อน้ำหนักถ่าน 1 โล) ด้วยการเตรียมตัวประสานน้ำแป้งมันสำปะหลัง โดยเตรียมน้ำอุณหภูมิห้องลงในภาชนะบรรจุ ใส่แป้งมันสำปะหลังลงไปตามอัตราส่วนที่กำหนด กวนจนแป้งมันผสมเข้ากับน้ำจนมีลักษณะใส ใส่ผงถ่านลงไปแล้วคลุกเคล้าให้เข้ากันตามอัตราส่วน (7) นำวัตถุดิบที่ผสมเข้ากันดีเข้าสู่กระบวนการนวดด้วยเครื่องนวด เพื่อให้แป้งมันเกิดความเหนียว จากความร้อนที่เกิดจากแรงบีบอัด ตรวจสอบอุณหภูมิความร้อนบริเวณหัวนวด ควรอยู่ระหว่าง 45 - 65 องศาเซลเซียส นวดประมาณ 2 ถึง 3 รอบ จนถ่านที่มีลักษณะเป็นเกล็ด (8) รูปเป็นแท่งด้วยเครื่องอัดถ่านแบบไม่ใช้ความร้อน อุณหภูมิความร้อนบริเวณหัวอัด ควรอยู่ระหว่าง 45 - 65 องศาเซลเซียส ขนาดถ่านที่ได้จะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร มีรูกลวงเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร และมีความยาว 10 เซนติเมตร (9) ตรวจสอบความสมบูรณ์ของก้อนถ่าน นำจัดเรียงบนชั้นเพื่อลดความชื้นให้อยู่ที่ 13 % (10) ทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานด้วยการนำถ่านอัดแท่งทดลองต้มน้ำ ตรวจค่าความร้อน ปริมาณเถ้า และปริมาณความชื้น โดยพบว่าถ่านอัดแท่งที่ผลิตได้ มีค่าพลังงานความร้อนเท่ากับ 23.84 MJ/kg ความชื้นร้อยละ 10 และปริมาณเถ้าร้อยละ 10 ซึ่งหากเทียบกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่งชุมชน มผช.238/2547 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ที่ระบุว่าต้องมีค่าพลังงานความร้อนมากกว่าหรือเท่ากับ 20.9 MJ/kg ความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 และปริมาณเถ้าไม่เกินร้อยละ 12.5 โดยพบว่าเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับมาตรฐานเพียงพอการใช้งานในระดับครัวเรือน

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์การลงทุนในเครื่องจักรอุปกรณ์ ต้นทุนการผลิต และประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาจากผักตบขาว

เพื่อแสดงให้เห็นถึงงบประมาณที่ต้องใช้ลงทุนเพื่อพัฒนาศักยภาพให้กลุ่มชุมชนสามารถผลิตถ่านอัดแท่งชีวมวลจากผักตบขาวให้เกิดขึ้นได้จริง พบรายการ

เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่จำเป็นในส่วนการผลิต ดังนี้ (1) เตาเผาถ่านไร่คว้น ขนาด 200 ลิตร จำนวน 1 เตา ราคา 6,000.00 บาท (2) เครื่องบดสับขนาด 2 แรงม้า ราคา 5,000.00 บาท (3) เครื่องนวดและอัดถ่าน พร้อมมอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า และอุปกรณ์ส่วนควบ ราคา 25,000.00 บาท (4) ปั่นลมขนาดเล็ก ราคา 3,000.00 บาท (5) ตัวตัดก้อนถ่านอัดโนมิตไทยประดิษฐ์แบบใช้แรงลม ราคา 2,000.00 บาท (6) ชั้นวางตะแกรงเหล็กผึงถ่านในโรงเรือน ขนาด 50 * 150 * 90 เซนติเมตร 3 ชั้น ราคา 5,000.00 บาท (7) ตาชั่ง 60 กิโลกรัม ราคา 1,500.00 บาท รวมเงินลงทุนทั้งสิ้น 47,500.00 บาท รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม โดยเป็นราคา ณ วันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2568 และไม่รวมโรงเรือนและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการผลิตถ่านจากไม้เนื้อแข็งก่อนหน้านี้

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต โดยคำนวณจากปริมาณการผลิตถ่านซึ่งทำการผลิตเพื่อทดสอบการใช้งานและจำหน่ายจริงในชุมชน พบว่า ต้นทุนการผลิตต่อรอบการผลิตขนาด 40 กิโลกรัม จะใช้วัตถุดิบในการผลิต ดังนี้ (1) ผงเศษถ่านจากไม้เนื้อแข็งที่เหลือจากกระบวนการผลิต จำนวน 25.06 กิโลกรัม เป็นเงิน 75.18 บาท (ราคาตลาดซื้อขายพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ กิโลกรัมละ 3 บาท) (2) ผงถ่านจากผักตบชวา จำนวน 12.53 กิโลกรัม เป็นเงิน 10 บาท (ประมาณการต้นทุนเศษไม้และน้ำมันเครื่องเก่าที่ใช้ในการเผาประมาณ 1.5 ชั่วโมง) (3) แป้งมันสำปะหลัง 6 % ของน้ำหนักรวม 40 กิโลกรัม เท่ากับ 2.4 กิโลกรัม เป็นเงิน 72 บาท (กิโลกรัมละ 30 บาท) (4) น้ำประปาจำนวน 40 กิโลกรัม เป็นเงิน 0.40 บาท (ต้นทุนอ้างอิงจากราคาน้ำจากการประปาส่วนภูมิภาคเท่ากับ 0.01 ต่อลิตร) (5) ประมาณการค่าไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการผลิต ใช้ไฟฟ้าประมาณ 5 หน่วย เป็นเงิน 28.99 บาท (อ้างอิงจากราคาจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (PEA) ปี พ.ศ. 2568 ช่วงกลางวัน หน่วยละ 5.79 บาท) และ (6) ประมาณการค่าแรงงานจำนวน 2 คน ปฏิบัติงาน 3 ชั่วโมง เป็นเงิน 267.72 บาท (อ้างอิงค่าแรงขั้นต่ำอำเภอรอบนอกของจังหวัดเชียงใหม่ กรมการจัดหางาน พ.ศ. 2567 ชั่วโมงละ 44.62 บาท ต่อชั่วโมง) รวมต้นทุนที่ใช้ในการผลิตต่อรอบการผลิต 40 กิโลกรัม เป็นเงิน 454.29 บาท คิดเป็น 11.35 บาท ต่อ กิโลกรัม โดยเป็นราคา ณ วันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2568 หากจำหน่ายในราคากิโลกรัมละ 15 บาท ซึ่งเป็นราคาถ่านอัดแท่งคุณภาพดี

ที่จำหน่ายในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มชุมชนจะได้ผลตอบแทนจากการขายกิโลกกรัมละ 3.65 บาท

ด้านการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหา จากการทดสอบการใช้ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิง ชีวมวลอัดแท่งจากผักตบชวาในกลุ่มตัวแทนครัวเรือนจำนวน 50 ครัวเรือน ซึ่งได้รับคัดเลือกโดยเทศบาลตำบลทุ่งสะโดก อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 12 หมู่บ้าน โดยครัวเรือนเหล่านี้เป็นผู้ใช้เชื้อเพลิงจากถ่านไม้เป็นหลักในการหุงต้มในครัวเรือน และจากผลการสำรวจความพึงพอใจในการใช้งาน โดยใช้เครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจากผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า มีค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจเท่ากับ 4.05 จัดอยู่ในระดับมาก โดยผู้ทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่า ผลิตภัณฑ์ติดไฟได้นาน ให้ไฟแรงกว่าที่ เหมาะกับการอุ่น หุง ต้มอาหารที่ต้องใช้เวลานาน ในส่วนข้อด้อย พบว่า ผลิตภัณฑ์ไม่เหมาะกับการทำอาหารที่ต้องใช้ไฟแรงและทำอย่างรวดเร็ว และในบางครั้งถ่านติดไฟได้ช้าในช่วงที่มีความชื้นสูง อีกทั้งมีปริมาณขี้เถ้าพอสมควรเมื่อเทียบกับถ่านแบบเดิม และเมื่อเปรียบเทียบในแง่ปริมาณถ่านที่ได้ต่อถุง พบว่าผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้อยกว่าถ่านจากไม้เนื้อแข็งเมื่อเทียบต่อน้ำหนักและราคาเท่ากัน ด้านการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการจัดการกับผักตบชวา พบว่า หากส่งเสริมให้ชุมชนสามารถผลิตเชื้อเพลิง ชีวมวลอัดแท่งจากผักตบชวาเพื่อใช้ในระดับครัวเรือน จำนวน 50 ครัวเรือน ซึ่งแต่ละครัวเรือนมีการใช้เชื้อเพลิงถ่านในการหุงต้มเฉลี่ยวันละ 2 กิโลกรัม โดยถ่าน 1 กิโลกรัม ใช้วัตถุดิบจากผักตบชวาสด จำนวน 1.57 กิโลกรัม จะช่วยลดปริมาณผักตบชวาสดในพื้นที่ได้ถึงวันละ 157.00 กิโลกรัม หรือคิดเป็นปริมาณ 4,710.00 กิโลกรัมต่อเดือน ซึ่งจะสามารถลดปริมาณผักตบชวาที่มีอยู่ในพื้นที่กว่า 15,000 กิโลกรัม ได้ภายในระยะเวลา 4 เดือน ถือเป็นแนวทางที่ช่วยลดปัญหาผักตบชวาในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตอนที่ 4 การเกิดเทคนิคการเพิ่มมูลค่าผักตบชวาสู่ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิง ชีวมวลอัดแท่งเพื่อการใช้ประโยชน์ในชุมชน ขยายผลไปสู่ชุมชนเกษตรในจังหวัดเชียงใหม่

จากองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการวิจัยในครั้งนี้ ทำให้กลุ่มชุมชนผู้ผลิตถ่านตำบลทุ่งสะโดก และหน่วยงานภาครัฐในพื้นที่ ทราบถึงเทคนิคการเพิ่มมูลค่า

ผักตบชวา แปรรูปสู่ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งที่สามารถผลิตและนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงในชุมชน สอดคล้องกับความต้องการในการแก้ไขปัญหาของชุมชน ช่วยให้กลุ่มชุมชนสามารถลดต้นทุนและการสูญเสียในกระบวนการผลิต พร้อมทั้งได้แนวทางในการจัดการกับปัญหาผักตบชวาในพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีแนวทางในการดำเนินงานที่สำคัญ ดังนี้

1. ดำเนินการวิเคราะห์ศักยภาพ ความสามารถ ทรัพยากร และองค์ความรู้ของกลุ่มชุมชนที่เอื้อต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ พร้อมทั้งแสวงหาองค์ความรู้ เทคนิค วิธีการ และเทคโนโลยี ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผู้เชี่ยวชาญภายนอก ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อการแก้ไขปัญหาชุมชนที่ประสบผลสำเร็จได้จริง

2. ดำเนินการสำรวจและวิเคราะห์แนวโน้มความต้องการของตลาดที่เกี่ยวข้องกับตลาดชีวมวลรวม โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง การศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานเพื่อการหุงต้มของชุมชนตำบลทุ่งสะโตก การศึกษาผลิตภัณฑ์ชีวมวลที่นิยมใช้ คู่แข่งขัน ราคา และช่องทางการจำหน่าย เพื่อเป็นข้อมูลในการกำหนดแนวทางการพัฒนาให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในชุมชนได้จริง

3. ในส่วนการสร้างมาตรฐานการผลิต กลุ่มชุมชน หน่วยงานภาครัฐในพื้นที่และผู้เชี่ยวชาญภายนอก ร่วมกันดำเนินการแสวงหารูปแบบแนวทางและวิธีการในเพิ่มมูลค่าผักตบชวาสู่ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งเพื่อการใช้ประโยชน์ได้จริงในชุมชน ด้วยการสนับสนุนอุปกรณ์ เทคโนโลยี และองค์ความรู้ ที่สามารถลดข้อจำกัดไปพร้อมกับการสร้างมาตรฐานในกระบวนการผลิต ร่วมกับการใช้ทรัพยากรที่มีในชุมชน

4. ดำเนินการนำผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่เกิดจากการพัฒนา ส่งมอบไปยังกลุ่มผู้บริโภคในชุมชน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพและความพึงพอใจการใช้งาน ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านการใช้งาน ปัญหาที่พบ และข้อเสนอแนะ เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับใช้กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อการผลิตจำหน่ายจริงในเชิงพาณิชย์ต่อไปและการแก้ไขปัญหาหวัชพืชในชุมชนต่อไป

กิจกรรมต่าง ๆ ตั้งแต่การวิเคราะห์ศักยภาพ การแสวงหาแนวทางการดำเนินงาน และการวิเคราะห์ต้นทุน จนพัฒนาเป็นเทคนิคการเพิ่มมูลค่าผักตบชวาสู่ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งเพื่อการใช้ประโยชน์ในชุมชน ได้แสดงไว้ในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงภาพกิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากผักตบชวา

สรุปผลการวิจัย

องค์ความรู้ที่เกิดจากกระบวนการวิจัยนี้ ทำให้กลุ่มชุมชนฯ และหน่วยงานภาครัฐในพื้นที่ ทราบถึงเทคนิคการเพิ่มมูลค่าผักตบชวาสู่ต้นแบบผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งที่มีประสิทธิภาพ เป็นแนวทางที่สามารถลดปริมาณผักตบชวาในพื้นที่ให้เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ คือ (1) การสร้างความคิดใหม่และการเลือกสรรความคิด เป็นขั้นตอนแรกเพื่อลงพื้นที่สำรวจและเก็บข้อมูลจากการประชุมร่วมกันเพื่อวิเคราะห์ถึงศักยภาพ ความสามารถ สภาพแวดล้อมภายใน รวมถึงทรัพยากรที่มีของกลุ่มชุมชน เพื่อทราบถึงจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค ที่ส่งผลต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้ประโยชน์จากผักตบชวา แล้วจึงตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับศักยภาพของกลุ่ม (2) ขั้นตอนการพัฒนาแนวคิด เป็นการวิเคราะห์ศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เริ่มตั้งแต่ การวิเคราะห์ทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชน การพัฒนาองค์ความรู้

ด้านการผลิต เทคโนโลยีการผลิต เครื่องจักรอุปกรณ์ จนถึงการค้าเลือกผลิตภัณฑ์ที่สามารถพัฒนาต่อยอดให้เกิดการประโยชน์จากผักตบชวาที่สอดคล้องกับศักยภาพและความสามารถของกลุ่มชุมชนฯ การสำรวจและทดลองผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกันในท้องตลาด เพื่อทราบราคา โครงสร้างต้นทุนและช่องทางการจัดจำหน่ายที่ผู้บริโภคเป้าหมายสามารถเข้าถึงผลิตภัณฑ์ได้จริง การวิเคราะห์แนวทางการส่งเสริมการขายที่คู่แข่งใช้และสามารถผลักดันให้เกิดยอดขายได้จริง เพื่อนำผลที่ได้เป็นแนวทางในการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (3) การวิเคราะห์ทางธุรกิจทำการวิเคราะห์ทั้งงบประมาณลงทุน ความคุ้มค่า และประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการแก้ไขปัญหาผักตบชวาในชุมชนในทุกมิติ เพื่อได้ข้อสรุปถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (4) พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ เป็นขั้นตอนดำเนินการวิจัย ทดสอบและพัฒนาให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ด้วยการทดสอบ คุณสมบัติประสิทธิภาพการใช้งาน จนได้สูตรผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ขยายผลองค์ความรู้ วิธีการและเทคโนโลยีลงสู่ชุมชนเพื่อสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบออกสู่ตลาด (5) การทดสอบตลาด ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบเพื่อทดสอบความพึงพอใจกับผู้บริโภคเป้าหมาย โดยเฉพาะผู้บริโภคที่อยู่ในชุมชนเพื่อรับทราบผลตอบรับ รวมถึงข้อเสนอแนะจากการใช้ผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ก่อนออกสู่ตลาดจริง (6) ดำเนินธุรกิจ หากผลิตภัณฑ์ได้ผลตอบรับที่ดีจากผู้บริโภค จึงนำมาสู่การผลิตในปริมาณที่มากขึ้นเพื่อจำหน่ายออกสู่ตลาด โดยต้องมีต้นทุนที่แข่งขันได้ มีผลตอบแทนจากการดำเนินงานที่คุ้มค่า เพื่อให้เกิดความยั่งยืนทางธุรกิจ

จากกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในครั้งนี้ สามารถช่วยให้กลุ่มชุมชนฯ และหน่วยงานภาครัฐในพื้นที่ สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่สามารถแก้ไขปัญหาผักตบชวาในชุมชน เพิ่มมูลค่าจากเศษผักตบชวาเหลือทิ้งสู่ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากผักตบชวา ที่มีคุณสมบัติตรงกับความต้องการและรูปแบบการใช้งานของกลุ่มผู้บริโภค โดยมีต้นทุนการผลิตต่อรอบจำนวน 40 กิโลกรัม เป็นเงิน 454.29 บาท คิดเป็น 11.35 บาท ต่อ กิโลกรัม และหากส่งเสริมให้ชุมชนสามารถผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากผักตบชวาเพื่อใช้งานในระดับครัวเรือน จำนวน 50 ครัวเรือน ซึ่งแต่ละครัวเรือนมีการใช้เชื้อเพลิงถ่านเพื่อการหุงต้มเฉลี่ยวันละ

2 กิโลกรัม โดยถ่าน 1 กิโลกรัม ใช้วัตถุดิบจากผักตบชวาสด จำนวน 1.57 กิโลกรัม จะช่วยให้ชุมชนสามารถลดปริมาณผักตบชวาสดในพื้นที่ได้ถึงวันละ 157.00 กิโลกรัม คิดเป็นปริมาณ 4,710.00 กิโลกรัมต่อเดือน สามารถลดปริมาณผักตบชวาที่มีอยู่ในพื้นที่กว่า 15,000 กิโลกรัม ได้ภายในระยะเวลา 4 เดือน ถือเป็นแนวทางสำคัญที่ช่วยลดปัญหาผักตบชวาในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้มีบทบาทสำคัญในสร้างต้นแบบเทคนิคการเพิ่มมูลค่าผักตบชวาสู่ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง ที่สอดคล้องกับปัญหาและความต้องการของชุมชน การดำเนินงานวิจัยให้ความสำคัญกับกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อแก้ไขปัญหาด้านการเกษตร การชลประทาน และปัญหาสุขภาพที่เกิดจากการแพร่ระบาดของผักตบชวา โดยอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชนและหน่วยงานภาคีเครือข่ายกลยุทธ์สำคัญที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย การวิเคราะห์ศักยภาพ ความสามารถ และทรัพยากรในชุมชนด้วยเครื่องมือ SWOT Analysis ซึ่งช่วยให้เห็นถึงจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค ทั้งจากปัจจัยภายในและภายนอกที่ส่งผลต่อความสามารถในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Gürel, 2017; Phadermrod et al., 2019) ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวมีส่วนสำคัญในการกำหนดทิศทางการพัฒนาและการเลือกแนวทางที่เหมาะสมกับบริบทของชุมชน นอกจากนี้ การบูรณาการองค์ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแรงงานในชุมชน เช่น การฝึกอบรม ถ่ายทอดความรู้ และการเสริมทักษะการผลิต มีผลโดยตรงต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานและการพึ่งพาทุนมนุษย์ในชุมชน (Hoang-Khac et al., 2021) ในขณะเดียวกัน การส่งเสริมและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิต ตลอดจนการนำแนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม (2563) มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ส่งผลให้สามารถสร้างผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งต้นแบบให้เกิดขึ้นได้เป็นผลสำเร็จ และมีศักยภาพในการต่อยอดเชิงพาณิชย์ ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับบุญจรรย์ โจลานันท์ และคณะ (2559) และพัลลภา ขำบำเหน็จ และคณะ (2566) ที่ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงจากเศษ

ชีวมวลเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตสินค้าเกษตร ซึ่งไม่เพียงช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือทิ้ง แต่ยังเป็นแนวทางแก้ไขปัญหามลพิษและชีวมวล ลดการเผาทำลาย ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ นำไปสู่การจัดการทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพ อันเป็นรากฐานสำคัญในการเสริมสร้างความยั่งยืนของชุมชนได้ในระยะยาว

การพัฒนาให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ภายใต้ข้อจำกัดของกลุ่มชุมชนฯ ด้วยการส่งเสริมองค์ความรู้และการพัฒนาเทคโนโลยี ทำได้โดยการส่งเสริมและสนับสนุนองค์ความรู้ เทคโนโลยี งบประมาณ และทรัพยากร จากหน่วยงานภายนอกที่มีความเชี่ยวชาญด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยี รวมถึงการสนับสนุนอย่างจริงจังจากหน่วยงานภาครัฐเพื่อการแก้ไขปัญหาผักตบชวาในพื้นที่ เข้ามามีส่วนร่วมในการสร้างและพัฒนาให้เกิดต้นแบบผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากผักตบชวา ส่งผลให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์สำเร็จตามวัตถุประสงค์โดยเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพ ต้นทุนการผลิตต่ำ ใช้ทรัพยากรหลักที่มีอยู่ในชุมชน และเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากผักตบชวาได้จริง ซึ่งสอดคล้องกับกิมมณ มณีธร (2565) ที่กล่าวว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ภายใต้ข้อจำกัดด้านทรัพยากรและเงินทุนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน สามารถทำได้โดยการสนับสนุนองค์ความรู้ เทคนิค วิธีการจากหน่วยงานภายนอกที่มีความเชี่ยวชาญและสอดคล้องกับอุปสรรคและปัญหาที่พบของวิสาหกิจชุมชน ทั้งด้านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ การพัฒนากระบวนการผลิต บรรจุภัณฑ์ และการวิจัย ซึ่งส่งผลให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์สำเร็จตามวัตถุประสงค์ โดยใช้ทรัพยากรลงทุนต่ำ ด้านความสำเร็จของกระบวนการพัฒนาในงานวิจัยครั้งนี้พบว่า จากการบูรณาการความร่วมมือแบบมีส่วนร่วมอย่างจริงจังระหว่างกลุ่มชุมชน หน่วยงานภาครัฐในพื้นที่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตและพลังงานทดแทน และทีมวิจัย เริ่มตั้งแต่การกำหนดแนวทางแก้ไขปัญหา การลงมือปฏิบัติ จนถึงปลายทางการดำเนินงานที่สามารถสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบเพื่อช่วยแก้ไขปัญหามักตบชวาในชุมชนด้วยพลังของชุมชน จนได้เป็นผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากผักตบชวาที่สามารถผลิตและทดลองใช้ในชุมชน เกิดเป็นแนวทางที่สามารถลดปริมาณผักตบชวาในพื้นที่ให้เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งแนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับคมสัน เจริญวงศ์ และคณะ (2567) รวมถึงแนวคิดของ Tantiwatthanaphanich & Zou (2016) ที่พบว่า ความสำเร็จในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สามารถสร้างรายได้

จากวัสดุเหลือใช้ และจัดการชีวมวลเหลือใช้ทางการเกษตรและปศุสัตว์อย่างยั่งยืน ในระดับชุมชนนั้น จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน การขับเคลื่อน กิจกรรมร่วมกันในรูปแบบเครือข่ายความร่วมมือ รวมถึงการสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง จริ่งจิงจากหน่วยงานภาครัฐ ผู้เชี่ยวชาญ และปราชญ์ชาวบ้าน ซึ่งกระบวนการดำเนินงานนี้ จะช่วยส่งเสริมให้เกิดแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพ และนำไปสู่ความยั่งยืนในการใช้ประโยชน์ภายในชุมชนได้อย่างแท้จริง

ข้อค้นพบ / องค์ความรู้ใหม่

องค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นจากการวิจัยนี้ คือ ได้แนวทางบูรณาการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากผักตบชวา โดยสามารถยกระดับ วัสดุพืชน้ำที่ไร้มูลค่าอย่างผักตบชวา ให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์พลังงานที่มีคุณสมบัติการใช้งานตรงกับความต้องการของผู้บริโภคในชุมชน เป็นการแปลงปัญหาสิ่งแวดล้อม ให้กลายเป็นทรัพยากรพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้จริง อีกทั้งการบูรณาการกระบวนการ พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ 8 ขั้นตอน เข้ากับการมีส่วนร่วมของชุมชนอย่างจริงจัง ช่วยให้ สามารถสร้างและพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบให้เกิดขึ้นได้เป็นผลสำเร็จ สะท้อนให้เห็นถึง ศักยภาพของโมเดลดังกล่าวในการประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมขนาดเล็กใน ระดับชุมชน

นอกจากนี้ หากมีการส่งเสริมการผลิตเพื่อใช้งานจริงในระดับ 50 ครัวเรือน จะสามารถลดปริมาณผักตบชวาสดในพื้นที่ได้ถึง 157 กิโลกรัมต่อวัน หรือกว่า 15,000 กิโลกรัม ภายในระยะเวลา 4 เดือน ผลจากการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้จึง ถือเป็นแนวทางสำคัญที่ช่วยสร้างมูลค่าเพิ่ม ลดปัญหาสิ่งแวดล้อม และสร้างความ ยั่งยืนทางเศรษฐกิจและสังคมในระดับชุมชนได้อย่างแท้จริง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์

1. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากผักตบชวา ตามแนวทางการวิจัยนี้ ถือเป็นส่วนสำคัญในการแก้ไขปัญหาผักตบชวาในชุมชนอย่างยั่งยืน ซึ่งการดำเนินงานให้เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรมได้นั้น ต้องอาศัยทักษะ ความสามารถ และทรัพยากรที่มีอยู่ในกลุ่มชุมชน ควบคู่ไปกับการส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ พัฒนา ทักษะ รวมถึงการสนับสนุนเทคโนโลยีที่เหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนา ผลิตภัณฑ์ การสร้างเครือข่ายความร่วมมือที่เข้มแข็งระหว่างกลุ่มชุมชน หน่วยงาน ภาครัฐในพื้นที่ และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการการผลิตและเทคโนโลยี จึงเป็น หัวใจสำคัญในการขับเคลื่อนให้เกิดโครงการอย่างจริงจัง โดยสามารถพัฒนาให้เกิด ผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่มีประสิทธิภาพ ตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้งานในระดับ ชุมชนท้องถิ่นได้จริง นอกจากนี้ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวยังสามารถต่อยอดไป สู่การผลิตเพื่อในเชิงพาณิชย์ โดยใช้วัตถุดิบหลักจากผักตบชวาที่มีอยู่มากในท้องถิ่น และเศษถ่านเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต นอกจากจะช่วยแก้ปัญหาการแพร่ กระจายของผักตบชวาแล้ว ยังเป็นแนวทางในการสร้างรายได้และเพิ่มคุณค่าให้กับ ทรัพยากรในชุมชนท้องถิ่นอีกด้วย

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ตอบโจทย์การใช้งานของผู้บริโภค ด้วยการใช้ ประโยชน์จากเศษวัชพืชที่มีอยู่มากในชุมชนให้เกิดมูลค่าเพิ่มสู่การสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ ที่สามารถผลิตเพื่อใช้งานได้จริงในระดับครัวเรือน จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์และ สืบรวจข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เดิมที่ผู้บริโภคในชุมชนคุ้นชินและใช้งานอยู่เป็นประจำ เพื่อนำข้อมูลที่ได้สู่การพัฒนาารูปแบบและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ใหม่ ให้มีความ ใกล้เคียง สอดคล้องกับความต้องการ หรือมีคุณสมบัติเด่นยิ่งกว่าเดิม เพื่อให้ผู้บริโภค สามารถทดลองใช้ได้ง่าย เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับประสิทธิภาพและคุณสมบัติของ ผลิตภัณฑ์ อีกทั้งหากกลุ่มชุมชนและหน่วยงานภาครัฐ สามารถนำเสนอถึงประโยชน์ ของผลิตภัณฑ์ โดยชี้ให้เห็นว่าการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยลด ปริมาณเศษวัชพืชในชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะช่วยเสริมสร้างความตระหนักรู้ ในคุณค่า และกระตุ้นความต้องการใช้งานผลิตภัณฑ์ให้มากยิ่งขึ้น

3. การสร้างเครือข่ายความร่วมมือเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีระหว่างกลุ่มชุมชนและหน่วยงานภาครัฐในพื้นที่ใกล้เคียงที่กำลังประสบปัญหาด้านการจัดการผักตบชวา วัชพืชชนิดอื่น หรือเศษวัสดุเหลือทิ้งจากภาคการเกษตร จะเป็นแนวทางที่ช่วยเสริมศักยภาพการผลิตในระดับต้นน้ำเพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบ ซึ่งเกิดจากปริมาณรับเข้าวัตถุดิบไม่แน่นอนและไม่เพียงพอในบางฤดูกาล การจัดตั้งเครือข่ายดังกล่าว จะก่อให้เกิดการรวมกลุ่มของชุมชนต่าง ๆ เพื่อแปรรูปและรวบรวมวัตถุดิบให้มีปริมาณเพียงพอต่อการผลิต อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการสร้างรายได้ให้กับชุมชนอื่น ๆ ด้วยการนำวัชพืชและเศษวัสดุเหลือทิ้งจากภาคการเกษตรมาแปรรูปเป็นวัตถุดิบที่มีคุณภาพ เพื่อสนับสนุนกระบวนการผลิตของกลุ่มชุมชนต้นแบบ แนวทางนี้ไม่เพียงแต่ช่วยสร้างความมั่นคงด้านวัตถุดิบในระยะยาว แต่ยังเป็น การเตรียมความพร้อมสำหรับการขยายกำลังการผลิตสู่ระดับอุตสาหกรรม นำไปสู่การสร้างรายได้ที่ยั่งยืน และเป็นการแก้ไขปัญหาที่ตอบโจทย์ความต้องการของท้องถิ่นได้อย่างแท้จริง

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยครั้งต่อไป ควรมุ่งเน้นศึกษาในด้านเทคนิคการผลิต โดยเฉพาะ การศึกษาเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากการผสมผสานผักตบชวากับวัสดุเหลือทิ้งทาง การเกษตรอื่น เช่น แกลบ เปลือกกระเทียม ชังข้าวโพด และเปลือกกล้วย เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติและค้นหาความเหมาะสมในการใช้งานในระดับครัวเรือน ตลอดจน การพัฒนาคุณสมบัติผลิตภัณฑ์เพื่อต่อยอดสู่ระดับอุตสาหกรรม ซึ่งจะช่วยผลักดันให้ เกิดการใช้งานเชื้อเพลิงชีวมวลในปริมาณมากขึ้นได้ในอนาคต

รายการอ้างอิง

กรมการจัดหางาน. (2567). ประกาศอัตราค่าจ้างขั้นต่ำรายวันตามพื้นที่ พ.ศ. 2567. <https://www.doe.go.th>

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (2563). แนวคิดกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์. <https://www.dip.go.th/th/news-detail/2020-05-26-19-14-36/2020-05-27-16-41-31>

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. (2568). ผักตบชวา. http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_knowledge/bla-8-2559-Water-Hyacinth.pdf

กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2568). ข้อมูลผักตบชวาเบื้องต้น. <https://onedptportal.dpt.go.th/portal/apps/Cascade/index.html?appid=d06d5cbe9f0f4ab8b042d3451c66978a>

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2567). อัตราค่าไฟฟ้าสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย (ช่วงเวลา TOU). <https://www.pea.co.th>

การประปาส่วนภูมิภาค. (2567). อัตราค่าน้ำประปาสำหรับการใช้น้ำในครัวเรือน. <https://www.pwa.co.th>

ข้อมูลภาคสนามจากการประชุมกลุ่มย่อย. (2568). กิจกรรมประชุมกลุ่มย่อยเพื่อศึกษาแนวทางการเพิ่มมูลค่าผักตบชวาสู่ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งเพื่อการใช้ประโยชน์ในชุมชน ตำบลทุ่งสะโตก อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่. [ข้อมูลที่ไม่ได้ตีพิมพ์]. คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

คมสัน เจริญวงศ์ ภัทรพล ไชยเย็น และพระครูปิยธรรม บัณจิต. (2567). การพัฒนาผลิตภัณฑ์สร้างสรรค์ วิถีพุทธเพื่อเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้ในชุมชน. (รายงานวิจัยสมบูรณ์). มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย. <http://mcuir.mcu.ac.th:8080/jspui/handle/123456789/1396>

เทศบาลตำบลทุ่งสะโตก. (2568). สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานของเทศบาลตำบลทุ่งสะโตก. <https://thungsatok.go.th/content/generalinfo>

เทศบาลตำบลทุ่งสะโตก. (2567). *โครงการกำจัดผักตบชวาและวัชพืชในแหล่งน้ำสาธารณะประจำปี 2567*. <https://www.thungsatok.go.th/catalog/activity/271>

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บัญญัติน์ โจลานันท์ อานนท์ ไทยกรณ์ และภักยา นันทย์ย่างไพบุลย์. (2559). การพัฒนาแท่งเชื้อเพลิงจาก ชีวมวลเหลือทิ้ง วิสาหกิจชุมชนกาแฟสดแม่ตอน อำเภอคอยสะเกิด จังหวัดเชียงใหม่. *วารสาร มทร.อีสาน*, 9(3), 70-81. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/rmutijo/article/view/73593>

พัลลภา ขำบำเหน็จ วรรณวิสา นิลวัฒน์ และพัฒน์พงษ์ จำรัสประเสริฐ. (2566). ประสิทธิภาพของเชื้อเพลิง ชีวมวลอัดแท่งจากผักตบชวาและเปลือกกระเทียมโดยใช้แ่งข้าวโพดเป็นตัวประสาน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มจร.*, 8(3), 13-19. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/yrjst/article/view/258386>

กัมมณ มณีธร. (2565). แนวทางการต่อยอดผลิตภัณฑ์กาแฟของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรต้นน้ำ ตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ให้เกิดประโยชน์เชิงพาณิชย์. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น*, 16(1), 53-71. <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/FEU/article/view/253608>

สุรัชย์ ณรัฐ จันทรศรี. (2568). *คู่มือการผลิตถ่านผักตบชวาอัดแท่ง*. วิทยาลัยพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยีชุมชนแห่งเอเชีย (adiCET), มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

สุภางค์ จันทวานิช. (2554). *วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 19). สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน: ถ่านอัดแท่ง (มผช. 238/2547)*. http://tcps.tisi.go.th/pub%5Ctcps238_47.pdf

- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative Inquiry & Research Design: Choosing Among Five Approaches* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Contini, C., Gabbai, M., Zorini, L. O., & Pugh, B. (2012). Participatory scenarios for exploring the future: Insights from cherry farming in South Patagonia. *Outlook on Agriculture*, 41(2), 125–131. <https://doi.org/10.5367/oa.2012.0086>
- Griffin, R. W. (2021). *Management: Principles and practices* (12th ed.). Cengage Learning.
- Guna, V., Ilangovan, M., Anantha Prasad, M. G., & Reddy, N. (2017). Water hyacinth: a unique source for sustainable materials and products. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 5(6), 4478–4490. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.7b00051>
- Gürel, E. (2017). SWOT analysis: A theoretical review. *Journal of International Social Research*, 10(51), 994–1006. <https://doi.org/10.17719/jisr.2017.1832>
- Hoang-Khac, L., Tiet, T., To-The, N., & Nguyen-Anh, T. (2021). Impact of human capital on technical efficiency in sustainable food crop production: A meta-analysis. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 20(4), 521–542. <https://doi.org/10.1080/14735903.2021.1949880>
- Phadermrod, B., Crowder, R. M., & Wills, G. B. (2019). Importance-performance analysis based SWOT analysis. *International Journal of Information Management*, 44, 194–203. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.03.009>

- Tantiwatthanaphanich, T., & Zou, X. (2016). Empowering the local community via biomass utilization: A case study in Thailand. *International Review for Spatial Planning and Sustainable Development*, 4(2), 30–45. https://doi.org/10.14246/irspsd.4.2_30
- Villamagna, A. M., & Murphy, B. R. (2010). Ecological and socio-economic impacts of invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*): A review. *Freshwater Biology*, 55(2), 282–298. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02294.x>